

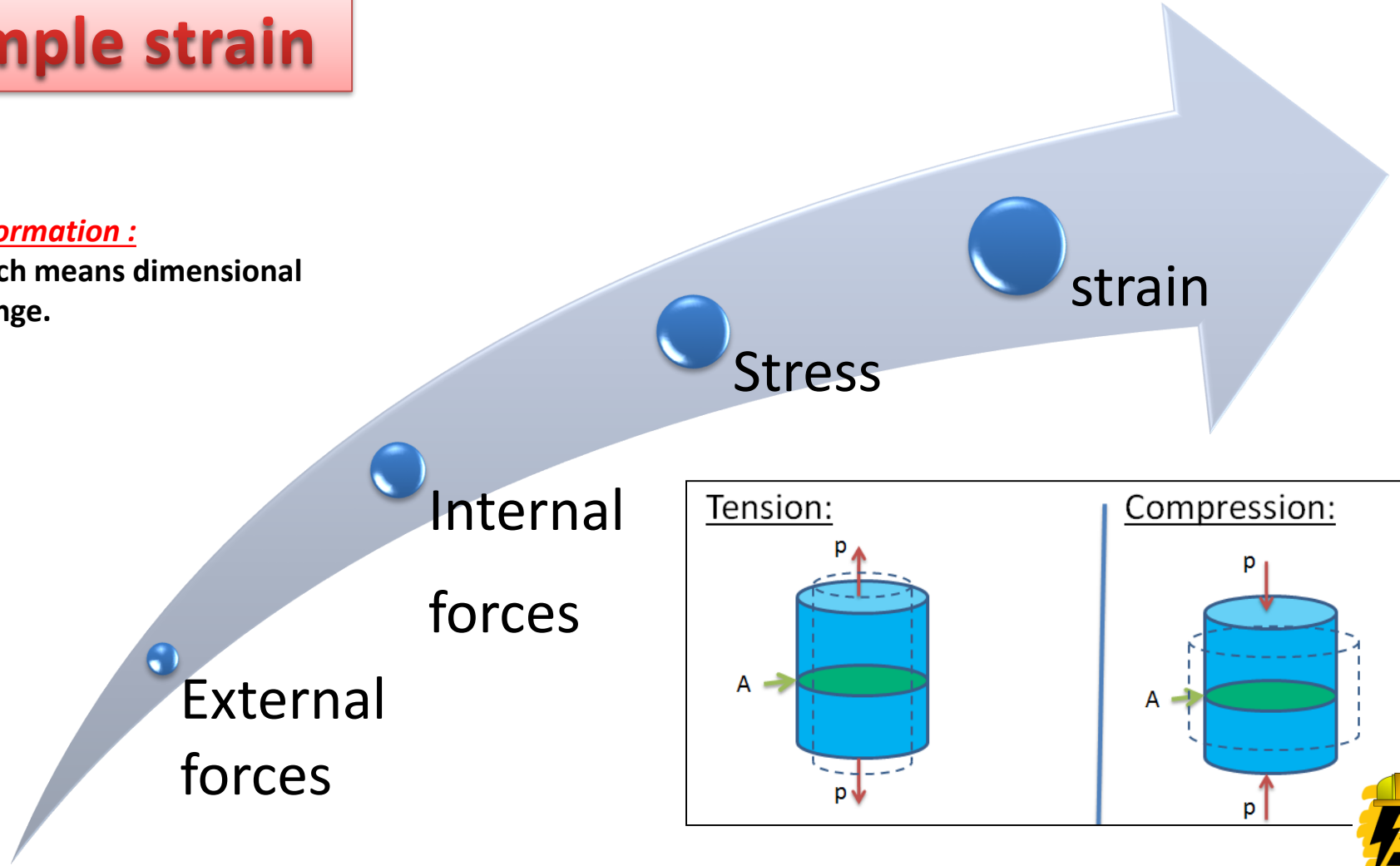
# Simple strain

By Aqeel Johni Nassir

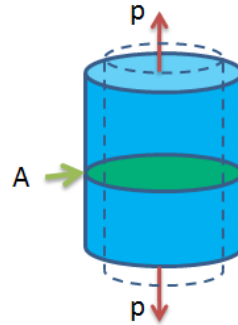
# Simple strain

## Deformation :

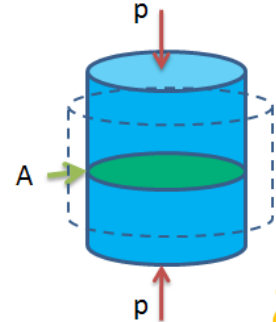
which means dimensional change.



Tension:



Compression:

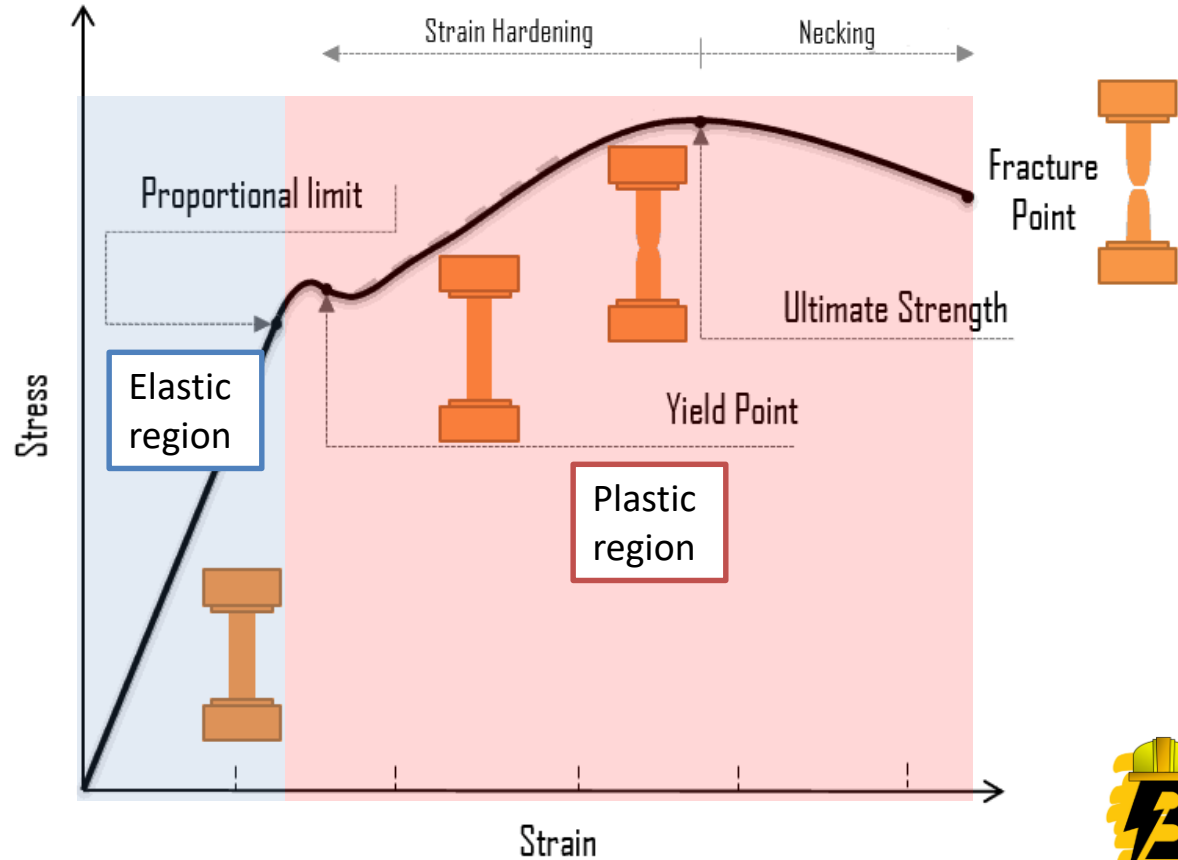


# Simple strain

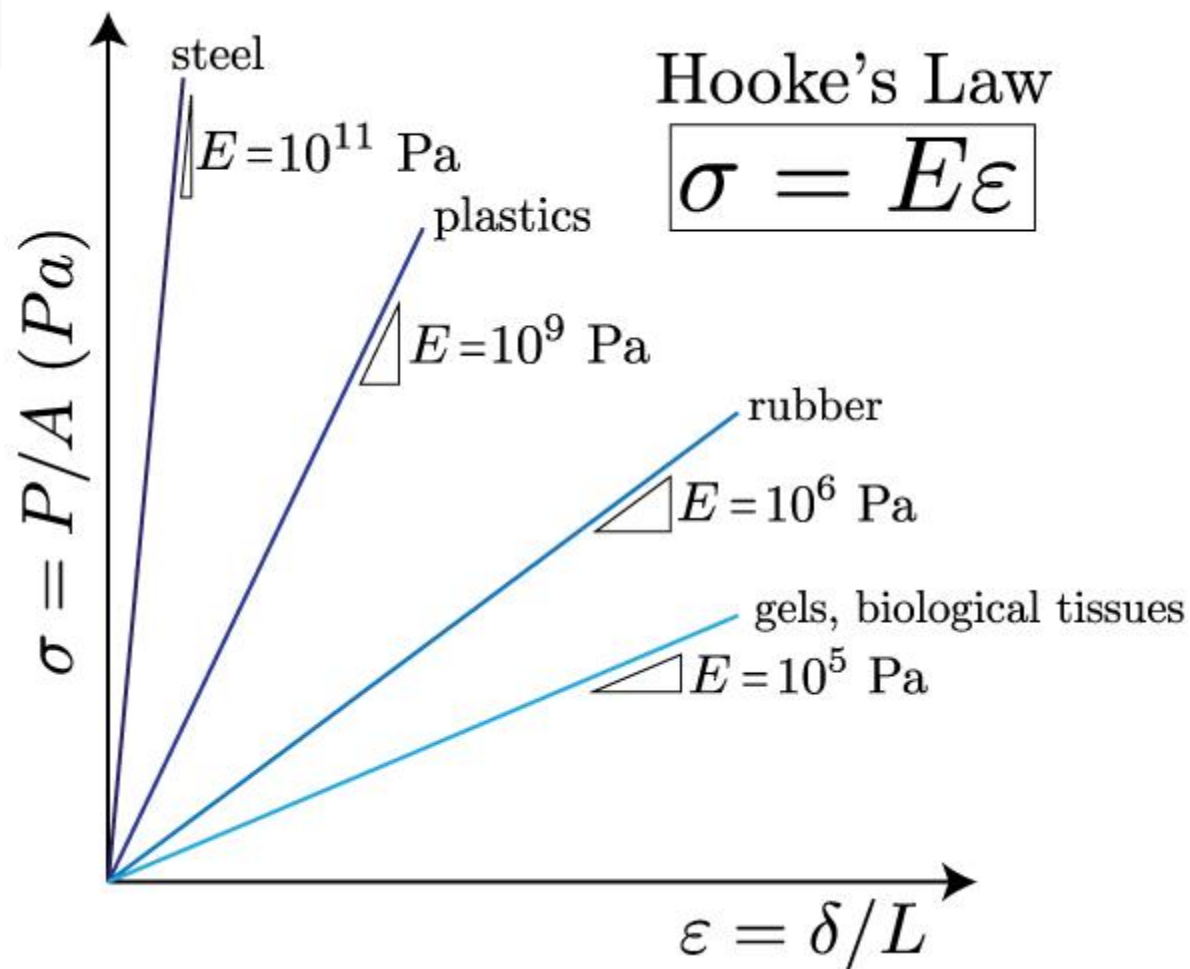
Tensile test



Ductile Material Stress-Strain Curve  
low carbon steel



# Simple strain



# Simple strain

يُعرف الانفعال وهو نسبة التغيير في الطول الناتج عن القوة المسلطة إلى الطول الأصلي.

$$\epsilon = \frac{\delta}{L_0} = \frac{L_F - L_0}{L_0}$$

(Unit less)

Hooke's Law

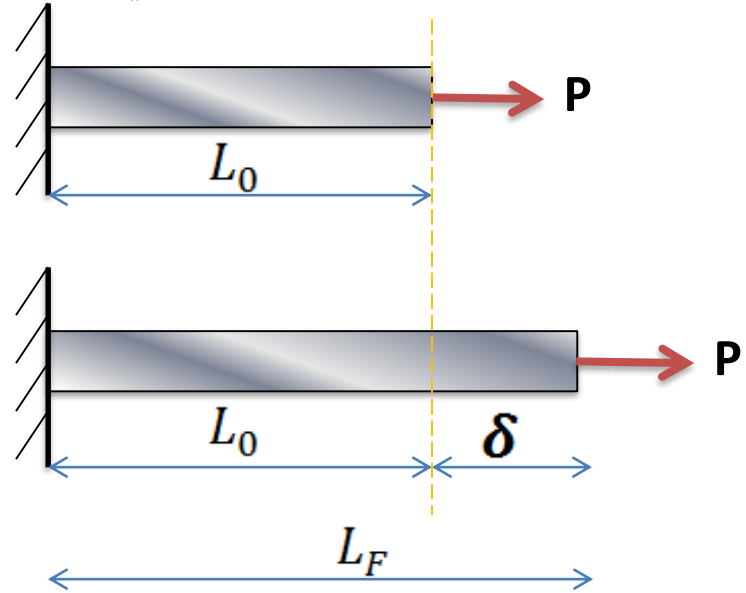
$$\epsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{P/A}{E}$$

Deformation law

$$\frac{\delta}{L_0} = \frac{P/A}{E}$$

$$\delta = \frac{PL}{EA}$$

Unit;  
mm



# Simple strain

Deformation

تشوه  
(mm)

Load

حمل  
(N)

Original

length

الطول الأصلي  
(mm)

$$\delta = \frac{PL}{EA}$$

Modulus of  
elasticity

معامل المرونة  
(Gpa)

Cross-sectional  
area

مساحة المقطع العرضي  
(mm<sup>2</sup>)

# Simple strain

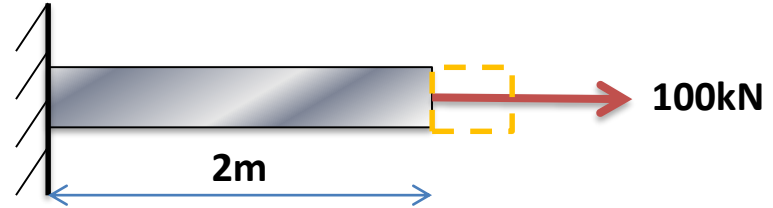
مثال / عمود فولاذي بطول 2 متر ، بقطر 50 مم ، يتعرض للحمل المحوري 100 كيلو نيوتن ومعامل المرونة 200 جيجا باسكال ، احسب مقدار التشوه في هذا العمود (الاستطالة)؟

Sol:

$$\delta = \frac{PL}{AE}$$

$$\delta = \frac{100 \times 2 \times 10^3}{\frac{\pi}{4} (50)^2 \times 200} \left( \frac{kN \cdot mm}{mm^2 \left( \frac{kN}{mm^2} \right)} \right)$$

$$\delta = 0.509 \text{ mm}$$



$$P = 100 \text{ kN}$$

$$L = 2 \text{ m}$$

$$d = 50 \text{ mm}$$

$$E = 200 \text{ GPa}$$

$$\delta = ?$$

# Simple strain

سلك فولاذي بطول 10 م ، معلق عمودياً يدعم حمولة شد 2000 N مع إهمال وزن السلك ، حدد القطر المطلوب إذا كان الاجهاد لا يتجاوز 140 Mpa والإستطالة الكلية لا تتجاوز 5 مم.

**Sol:**

$$\delta = \frac{PL}{EA} \rightarrow A = \frac{PL}{E\delta}$$

$$A = \frac{(2000)(10)}{(200 \times 10^9)(5 \times 10^{-3})} \left( \frac{N \cdot m}{\frac{N}{m^2} \cdot m} \right)$$

$$A = 2 \times 10^{-5} m^2$$

$$A = 20 mm^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 \rightarrow d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = 5.05 mm$$

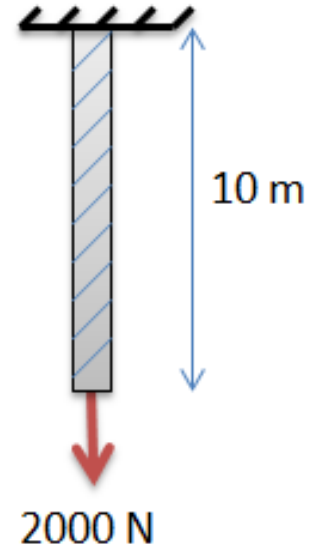
$$\delta = 5 mm$$

$$P = 2000 N$$

$$L = 10 m$$

$$E = 200 GPa$$

$$d = ?$$





# Simple strain

Q 206/ A steel wire 10m long, hanging vertically supports a tensile load of 2000 N. Neglecting the weight of the wire, Determine the required diameter if the stress is not to exceed 140Mpa and the total elongation is not o exceed 5mm. Assume E=200 Gpa?

Sol:

$$\sigma \leq 140Mpa$$

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{2000}{\frac{\pi}{4} (5.05)^2} = 99.90Mpa$$

$$99.90Mpa \leq 140Mpa$$

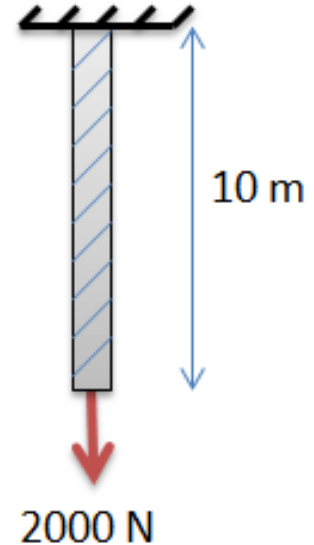
$$\delta = 5 \text{ mm}$$

$$P = 2000N$$

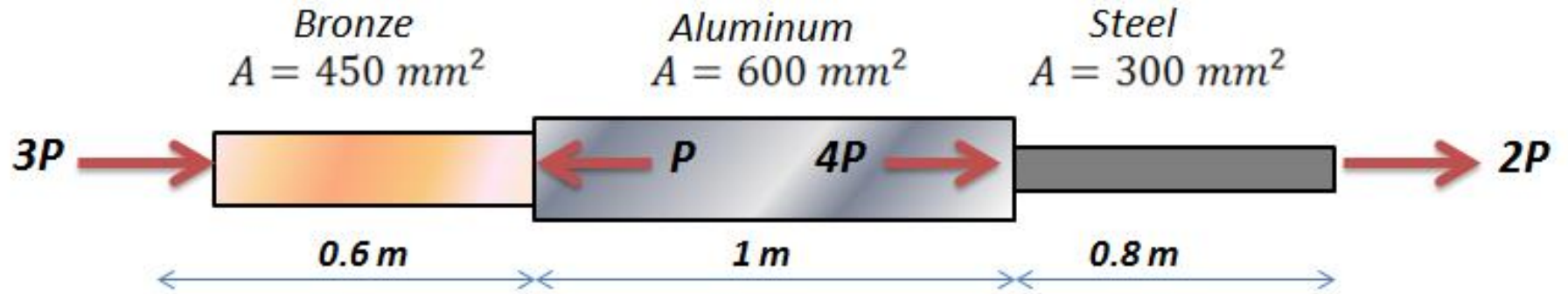
$$L = 10m$$

$$E = 200Gpa$$

$$d = ?$$



مثال / تُبَت أنبوب من الألومنيوم بين عمود فولاذي وبرونز كما هو موضح في الشكل أدناه. يتم تطبيق الأحمال المحورية في المواضع المحددة. ابحث عن قيمة  $P$  التي لن تتجاوز الحد الأقصى للتشوه الكلي 2 مم أو الإجهاد في 140 Mpa الصلب ، والألمنيوم 80 Mpa، أو في البرونز 120 Mpa؟



$\sigma_s \leq 140\text{ Mpa}$	$E_s = 200\text{ Gpa}$
$\sigma_a \leq 80\text{ Mpa}$	$E_a = 70\text{ Gpa}$
$\sigma_b \leq 120\text{ Mpa}$	$E_b = 83\text{ Gpa}$

$$\sum F_X = 0$$

$$P_b - 3P = 0$$

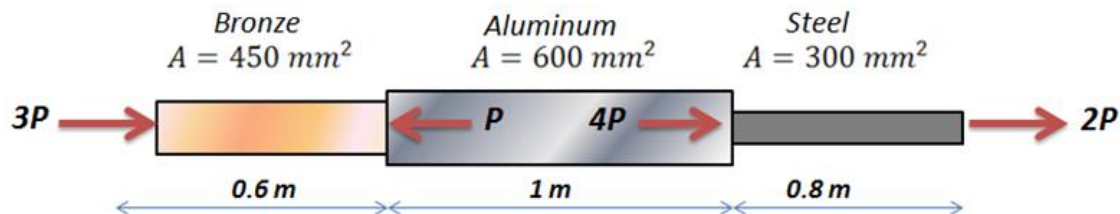
$$P_b = 3P \text{ (-compression)}$$

$$P_a + P - 3P = 0$$

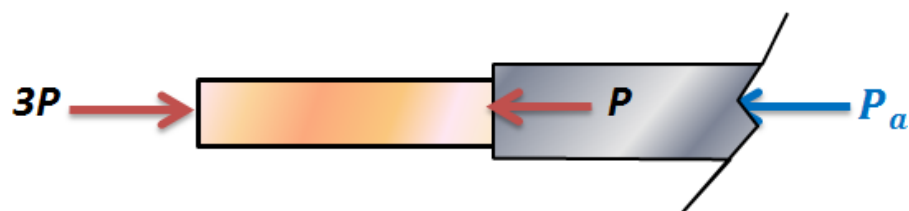
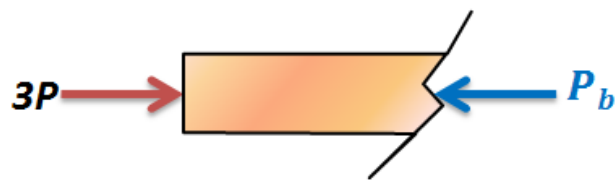
$$P_a = 2P \text{ (-compression)}$$

$$P_s - 2P = 0$$

$$P_s = 2P \text{ (+Tension)}$$



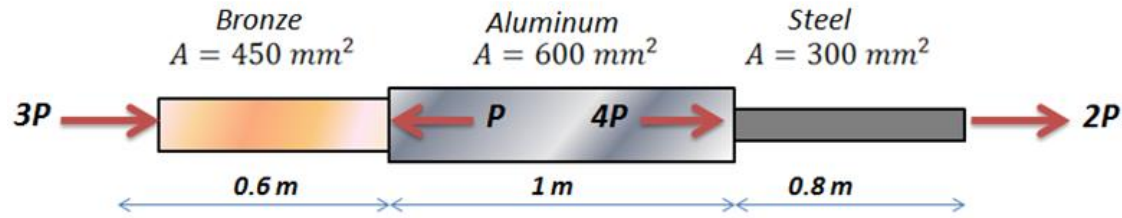
$\sigma_s \leq 140 \text{ Mpa}$	$E_s = 200 \text{ Gpa}$
$\sigma_a \leq 80 \text{ Mpa}$	$E_a = 70 \text{ Gpa}$
$\sigma_b \leq 120 \text{ Mpa}$	$E_b = 83 \text{ Gpa}$



$$P_b = 3P \text{ (-compression)}$$

$$P_a = 2P \text{ (-compression)}$$

$$P_s = 2P \text{ (+Tension)}$$



**Based on allowable deformation:**

$$\delta = \sum \frac{PL}{AE}$$

$$0.002 = \frac{1}{(10^{-6})(10^9)} \left[ \frac{-3P(0.6)}{450(83)} - \frac{2P(1)}{600(70)} + \frac{2P(0.8)}{300(200)} \right]$$

$$0.002 = \frac{P}{(10^{-6})(10^9)} \left[ \frac{-3(0.6)}{450(83)} - \frac{2(1)}{600(70)} + \frac{2(0.8)}{300(200)} \right]$$

$$P = -28.9 \text{ kN}$$

$$P = 28.9 \text{ kN (Contraction)}$$

$\sigma_s \leq 140 \text{ Mpa}$	$E_s = 200 \text{ Gpa}$
$\sigma_a \leq 80 \text{ Mpa}$	$E_a = 70 \text{ Gpa}$
$\sigma_b \leq 120 \text{ Mpa}$	$E_b = 83 \text{ Gpa}$

Based on allowable stresses:

$$P = \sigma A$$

Bronze:

$$3P = (120 \times 10^6)(450 \times 10^{-6}) = 18 \text{ kN}$$

Aluminum:

$$2P = (80 \times 10^6)(600 \times 10^{-6}) = 24 \text{ kN}$$

steel:

$$2P = (140 \times 10^6)(300 \times 10^{-6}) = 21 \text{ kN}$$

use the smallest value of P,

$$P = 18 \text{ kN}$$

$$P_b = 3P \text{ (-compression)}$$

$$P_a = 2P \text{ (-compression)}$$

$$P_s = 2P \text{ (+Tension)}$$

$$\sigma_s \leq 140 \text{ Mpa}$$

$$A = 300 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_a \leq 80 \text{ Mpa}$$

$$A = 600 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_b \leq 120 \text{ Mpa}$$

$$A = 450 \text{ mm}^2$$

$$P = 28.9 \text{ kN (Contraction)}$$

